

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001877

International filing date: 02 February 2005 (02.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-033257  
Filing date: 10 February 2004 (10.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 March 2005 (24.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

02.2.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 2月10日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-033257  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2004-033257]

出願人 トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2005年 3月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川

洋

**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** 031160JP  
**【提出日】** 平成16年 2月10日  
**【あて先】** 特許庁長官殿  
**【国際特許分類】** H01M 8/04  
H01M 8/06

**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
**【氏名】** 片野 剛司

**【特許出願人】**  
**【識別番号】** 000003207  
**【氏名又は名称】** トヨタ自動車株式会社

**【代理人】**  
**【識別番号】** 100107331  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 中村 聰延  
**【電話番号】** 03-5524-2323

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100099645  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 山本 晃司  
**【電話番号】** 03-5524-2323

**【選任した代理人】**  
**【識別番号】** 100104765  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 江上 達夫  
**【電話番号】** 03-5524-2323

**【手数料の表示】**  
**【予納台帳番号】** 008268  
**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**  
**【物件名】** 特許請求の範囲 1  
**【物件名】** 明細書 1  
**【物件名】** 図面 1  
**【物件名】** 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

アノード極とカソード極が配設され、供給される燃料ガスから電力を生成する燃料電池スタックを備えた燃料電池システムであって、

前記アノード極に前記燃料ガスを供給する第1の供給路及び第2の供給路と、

前記アノード極から排気を排出する排気路と、

前記第1の供給路を通過する燃料ガスの流量、及び前記第2の供給路を通過する燃料ガスの流量を制御する流量制御手段と、

前記排気路を開閉する開閉手段と、を有し、

前記第2の供給路は、前記燃料電池スタックの入口より下流で前記開閉手段より上流に備えられ、

前記流量制御手段は、前記排気路が閉であるときに、前記第1の供給路を通過する流量と前記第2の供給路を通過する流量との流量比が変化するように制御することを特徴とする燃料電池システム。

**【請求項 2】**

前記流量制御手段は、前記開閉手段が開のときは、前記燃料電池スタック内の燃料ガスの最下流位置が、前記排気路が配設されている位置となるように流量を制御することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

**【請求項 3】**

前記流量制御手段は、通過する燃料ガスの流量が、間欠的に変化するように制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の燃料電池システム。

**【請求項 4】**

前記流量制御手段は、前記第1の供給路と前記第2の供給路に燃料ガスの供給を開始する時間をずらすことを特徴とする請求項3に記載の燃料電池システム。

**【請求項 5】**

前記燃料電池スタックの状態に基づいて、前記燃料電池スタックに供給すべき前記燃料ガスの流量を算出する流量算出手段を備え、

前記流量制御手段は、前記第1の供給路と前記第2の供給路から前記アノード極に供給される前記燃料ガスの流量の合計が前記流量算出手段により算出された流量となるように前記燃料ガスの流量を制御することを特徴とする請求項1及至4のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

**【請求項 6】**

前記第2の供給路は、前記燃料電池スタックと前記開閉手段との間の前記排気路に接続されていることを特徴とする請求項1及至5のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関し、特に燃料ガスの利用効率向上に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池自動車などに搭載される燃料電池システムが知られている。燃料電池システムは、アノード極（即ち、水素極又は燃料極）とカソード極（即ち、酸素極）から構成される燃料電池スタックを本体として、アノード極に供給する水素等の燃料ガスを貯蔵したタンクや、未使用の燃料ガスを含む排ガスを元のアノード極に戻すためのポンプ等が付設されたシステムである。燃料電池スタックでは、水素と空気に含まれる酸素が反応して電力が生成される。

【0003】

ここで、燃料電池システムでは、電池反応が進むにつれてカソード極から酸化ガス中の窒素や加湿用の水分が電解質膜を通りアノード極側へと滲み出してくる。このため、窒素や水蒸気（以下、これらを合わせて「不純物」とも呼ぶ）の分圧が上昇して排気中の未使用の燃料ガスの濃度が低下して、燃料電池スタックの発電能力が低下してしまう。

【0004】

そこで、例えば特許文献1には、燃料電池スタックの発電能力が低下したと判断された時に、アノード極側の排気路に配設された開閉バルブを開き（即ち、「水素パージ」）、未使用のガスと不純物を含んだガスを下流側に設けた副燃料電池スタックに供給するという技術が記載されている。また、特許文献2には、燃料電池スタックの出力電圧が低下すると判断される場合に、排出口に設けた遮断弁を開とすることにより、燃料電池スタック内の燃料ガスが供給される供給路に存在する不純物を外部に放出するという技術が記載されている。その他にも、特許文献3には、供給口と排出口を複数有する燃料電池システムにおいて、面内での燃料ガスの拡散のために複数の供給口から燃料を供給するという技術が記載されている。

【0005】

しかしながら、上記の燃料電池システムでは、燃料電池スタック内において不純物が一箇所に蓄積してしまい、燃料電池スタック全体での発電効率が低下する場合があった。また、このような発電効率の低下を防ぐために、水素パージ量が増加してしまう場合があった。

【0006】

【特許文献1】特開2003-77506号公報

【特許文献2】特開平9-312167号公報

【特許文献3】特開平11-144753号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、燃料電池スタック内において不純物が一箇所に蓄積するのを防止して、燃料の利用効率向上が可能な燃料電池システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の1つの観点では、アノード極とカソード極が配設され、供給される燃料ガスから電力を生成する燃料電池スタックを備えた燃料電池システムであって、前記アノード極に前記燃料ガスを供給する第1の供給路及び第2の供給路と、前記アノード極から排気を排出する排気路と、前記第1の供給路を通過する燃料ガスの流量、及び前記第2の供給路を通過する燃料ガスの流量を制御する流量制御手段と、前記排気路を開閉する開閉手段と

、を有し、前記第2の供給路は、前記燃料スタックの入口より下流で前記開閉手段より上流に備えられ、前記流量制御手段は、前記排気路が閉であるときに、前記第1の供給路を通過する流量と前記第2の供給路を通過する流量との流量比が変化するように制御することを特徴とする。

#### 【0009】

上記の燃料電池システムは、燃料電池自動車などに搭載される。燃料電池スタックはアノード極とカソード極から構成され、アノード極に供給する水素などの燃料ガスとカソード極に供給する空気（即ち、酸素）にて電力を生成する。上記の燃料電池システムでは、アノード極に燃料ガスを供給する2つの供給路（第1の供給路と第2の供給路）を備える。また、2つの供給路を通過する燃料ガスの流量を制御する流量制御手段も備える。更に、アノード極より排気を排出する排気路を備え、この排気路上には例えればバルブなどの開閉手段が設けてある。第2の供給路は、燃料スタックの入口より下流で開閉手段より上流に備えられている。上記の燃料電池システムでは、排気路に設けた開閉手段が閉であるときに、上述の供給路に設けた流量制御手段は、第1供給路と第2の供給路の流量比が時間的に変化するように制御を行う。これにより、アノード極に2つの供給路が配設される場所（以下、「供給口」と呼ぶ）の間で、アノード極内の燃料ガスの最下流位置を変化させることができる。よって、窒素などの不純物を、供給口の間で拡散させることができる。したがって、不純物の排出のための水素パージ量を減らすことができ、燃料の利用効率向上を図ることができる。また、燃料ガスの最下流位置を変化させることにより不純物の拡散だけでなく、結露水の拡散も行われる。これにより、アノード極内でフラッディングを防止することができる。更に、この結露水を燃料電池スタック内の加湿水として効果的に利用することができる。これにより、燃料電池スタックのドライアウトを防止することもできる。

#### 【0010】

上記の燃料電池システムの一態様では、前記流量制御手段は、前記開閉手段が開のときは、前記燃料電池スタック内の燃料ガスの最下流位置が、前記排気路が配設されている位置となるように流量を制御する。排気路に設けた開閉手段を開とすると、アノード極内の不純物は未使用の水素と共に排出される。上記の燃料電池システムでは、不純物の排出時には、アノード極内の水素の最下流位置が、排気路が配設されている位置となるように流量を制御する。これにより、効果的に不純物を排出することができる。

#### 【0011】

上記の燃料電池システムの他の一態様では、前記流量制御手段は、通過する燃料ガスの流量が、間欠的に変化するように制御する。例えは、水素を供給するバルブの開閉を間欠的に制御する。好ましくは、前記流量制御手段は、前記第1の供給路と前記第2の供給路に燃料ガスの供給を開始する時間をずらす。これにより、燃料ガスの流れに脈動を生じさせてアノード極内の最下流位置を細かく制御することができ、不純物を効果的に拡散させることができる。

#### 【0012】

上記の燃料電池システムの他の一態様では、前記燃料電池スタックの状態に基づいて、前記燃料電池スタックに供給すべき前記燃料ガスの流量を算出する流量算出手段を備え、前記流量制御手段は、前記第1の供給路と前記第2の供給路から前記アノード極に供給される前記燃料ガスの流量の合計が前記流量算出手段により算出された流量となるように前記燃料ガスの流量を制御する。これにより、必要な流量の水素を燃料電池スタックに供給し、必要な発電量を確保することができる。

#### 【0013】

上記の燃料電池システムの他の一態様では、前記第2の供給路は、前記燃料スタックと前記開閉手段との間の前記排気路にバイパスされている。これにより、アノード極内の水素の最下流位置を燃料電池スタックのほぼ全体にわたって広範囲に移動させることができ。よって、アノード極内の不純物も広範囲に拡散し、水素パージ量を更に削減することができる。更に、アノード極の面内の発電分布をより均一化することができるので、燃料

電池スタックの耐久性も向上させることができる。このとき、好ましくは、第2の供給路に設けたバルブから第2の供給路と排気路の接点までの流路の容積が小さくなるように構成される。これにより、排出される未使用の水素の量を増加させることなく、排出する不純物の量を増加させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0015】

[燃料電池システムの構成]

図1は、本発明の1つの実施形態に係る燃料電池システムを示す構成概略図である。

【0016】

図1において燃料電池システム100は、主に、燃料電池スタック10と、燃料タンク20と、ECU (Engine Control Unit) 40と、バルブ22、23、24と、水素供給路30、32と、水素供給口31、33と、水素排気路34と、空気供給路36と、空気供給口37と、空気排出口38と、空気排気路39と、を備えている。燃料電池システム100は、燃料電池自動車（以下、単に「車両」と呼ぶ）などに搭載される。

【0017】

燃料電池スタック10は、電解質膜16の両面に、ガスが拡散可能な多孔質層等の構造を有する電極を成膜した電池セルを、層間に導電性のセパレータを挟んで積層したもので、積層数に応じた出力電圧を取り出すことができる。図中には、説明の便宜のため電解質膜16面にカソード極（空気極）12と、アノード極（燃料極）14が形成された電池セルの構造のみを示している。

【0018】

燃料電池スタック10は、車両駆動用のモータの給電源であり、300V程度の直流の高電圧を発生するようになっている。燃料電池スタック10の発電電圧は、モータに指令トルク等に応じた電流を供給する図示しないインバータなどに出力されるようになっている。また、燃料電池スタック10の発電電圧は、DC-DCコンバータで降圧されて、車両に搭載される種々の補機や、これらへの給電用の二次電池であるバッテリに出力されるようになっている。

【0019】

本実施形態においては、燃料電池スタック10には、水素供給口31、33の2箇所から燃料ガス（以下、単に「水素」と呼ぶ）が供給されるようになっている。燃料タンク20より供給される水素は、水素供給路30を通過する水素と水素供給路32を通過する水素とに分割されて、水素供給口31、33からそれぞれアノード極14へ供給される。水素供給路30は第1の供給路として機能し、水素供給路32は第2の供給路として機能する。

【0020】

水素供給路30、32には、それぞれ通過する水素の流量を制御する流量制御弁であるバルブ22とバルブ23が設けられている。バルブ22、23は、電磁式の2弁であり、それぞれECU40からの制御信号（制御パルス信号など）S11、S12により制御される（以下、この制御を「流量制御」とも呼ぶ）。バルブ22、23は、電磁弁のソレノイドコイルへ通電される制御パルスのデューティ比により、弁の開閉が行われる。よって、上記の制御信号S11、S12に基づいて、バルブ22及びバルブ23を通過する水素の流量が制御される。なお、制御信号S11、S12については、詳細は後述する。

【0021】

なお、バルブ22、23は、ステップモータ等のモータにて構成された、開度量の調節が可能な装置としてもよい。この場合、ECU40は、バルブ22、23が設定されるべき開度量に対応した制御信号S11、S12を、バルブ22とバルブ23へ入力することとなる。

【0022】

バルブ23と水素供給口33の間の水素供給路32には、水素排気路34が接続されている。更に、水素排気路34上にはバルブ34が設けられている。バルブ34は、ECU40から供給される制御信号S13によって制御される。これにより、バルブ34の開閉、又は開度量の調節が行われることにより、水素排気路34を通過するガス（即ち、未使用の水素や、前述した不純物などを含むガスであり、以下単に「排気」とも呼ぶ）の流量が制御される。バルブ34が閉であるときは水素排気路34には排気は通過しないが、バルブ34が開であるときはアノード極14から排出される排気が水素排気路34より排出されるようになっている。

#### 【0023】

空気は、矢印58で示すように空気供給路36を通過して、空気供給口37よりカソード極12に供給される。そして、カソード極12から排出される空気は、空気排出口38から矢印59で示すように空気排気路39を通過して排出される。

#### 【0024】

ECU40は、図示しないCPU、ROM、RAM、A/D変換器及び入出力インターフェイスなどを含んで構成される。ECU40は、前述したように、バルブ22、23、24に制御信号S11、S12、S13を供給することで、弁の開閉、又は開度量の調節を行う。この際には、ECU40は、車両の運転状態や現在のバルブの状態などに基づいて制御信号S11、S12、S13を決定する。ECU40が行う具体的な流量制御については、詳細は後述する。

#### 【0025】

次に、上記のバルブ22、23、24を制御して通過する流量を変化させたときの、燃料電池スタック10内のガスの流れ等について、図2乃至5を用いて説明する。

#### 【0026】

図2は、バルブ22、23、24を制御したときの水素供給路30、32、及び水素排気路34のガスの流れについて示した図である。

#### 【0027】

図2(a)は、バルブ22とバルブ23を開とし、バルブ24を開としたときの水素の流れを示した図である。ここで、バルブ22に対する制御パルスのデューティ比は、バルブ23に対する制御パルスのデューティ比よりも大きいものとする。即ち、バルブ22を通過する燃料ガスの流量の方が、バルブ23を通過する燃料ガスの流量より大きいものとする。図示のように、燃料タンク20より供給される水素（符号50で示す）は、水素供給路30を通過する矢印51で示す水素と、水素供給路32を通過する矢印52で示す水素に分割され、それぞれ水素供給口31と水素供給口33からアノード極14内に流れ込む。したがって、アノード極14内では、矢印53と矢印54で示す双方向の流れが生じている。この場合には、水素排気路34にはガスは流れない。

#### 【0028】

図2(b)は、バルブ22を開とし、バルブ23を開とし、バルブ24を開としたときの水素の流れを示した図である。図示のように、燃料タンク20より供給された水素（矢印50で示す）は、バルブ22のみを通過する。そして、アノード極14内では、矢印53で示す一方向の流れが生じている。燃料電池スタック10にて反応に使用されなかった水素やアノード極14内の窒素等の不純物（即ち、排気）は、矢印55で示すように水素供給口33より排出される。そして、この排気は、矢印56で示すように水素排気路34を通過して排出される。本実施形態に係る燃料電池システム100では、水素排気路34が、バルブ24が開のときの水素の最下流位置となる場所に設けられている。これにより、アノード極14内の不純物を、効率よく排出することができる。なお、図2(b)ではバルブ23を開とした例を示したが、バルブ23を開としていても、上記したように水素排気路34からガスを排出することができる。

#### 【0029】

次に、図2の切断線X-X'に沿ったアノード極14の断面図を示す図3を用いて、アノード極14内の水素の流れについて詳しく説明する。

## 【0030】

図3 (a) は、バルブ22をデューティ比30%で制御し、バルブ23をデューティ比10%で制御した場合を示す。アノード極14の紙面の上に記載した数字は、水素の量（言い換えると、水素の流速）を示す。図示のように、バルブ22から供給される水素（矢印53で示す）と、バルブ23から供給される水素（矢印54で示す）は、アノード極14にて反応に使用された結果、符号60に示す位置にて水素の量が0になる。この位置は、水素の流速が0となる最下流位置である。

## 【0031】

図3 (b) は、バルブ22をデューティ比10%で制御し、バルブ23をデューティ比30%で制御した場合を示す。図示のように、最下流位置60は、図3 (a) に示したものよりも紙面の右に移動することがわかる。

## 【0032】

図4も、図2に示した切断線X-X'に沿ったアノード極14の断面図である。図4を用いて、アノード極14内の不純物の状態などについて説明する。

## 【0033】

図4 (a) は、一般的に用いられている燃料電池システムに関して、アノード極14内の不純物が蓄積する様子を示した図である。この場合、アノード極14には、バルブ22のみから水素を供給する（矢印51で示す）。よって、アノード極14内には一方向の水素の流れが生じる。これにより、水素の最下流位置は、アノード極14の端部に固定される。これにより、図示のように、不純物62は最下流位置に蓄積してしまう。

## 【0034】

図4 (b) は、本実施形態に係る燃料電池システム100に関して、アノード極14内の不純物が蓄積する様子を示した図である。本実施形態に係る燃料電池システム100においては、アノード極14に2方向から水素を供給する。更に、図3を用いて説明したように、バルブ22とバルブ23のデューティ比を制御することにより、アノード極14内の水素の最下流位置60を変化させることができる。したがって、不純物63は一箇所に固定されずに、図4 (b) に示すようにアノード極14の略全体に拡散される。

## 【0035】

なお、本実施形態に係る燃料電池システムでは、上記した不純物の拡散だけでなく、同時に結露水の拡散も行うことができる。これにより、アノード極14内でフラッディングを防止することができる。更に、この結露水を燃料電池スタック10内の加湿水として効果的に利用することができる。これにより、燃料電池スタック10のドライアウトを防止することもできる。

## 【0036】

図5に、アノード極14内の不純物の濃度と燃料電池スタック10の出力電圧の関係について示す。不純物濃度に対する燃料電池スタック10の出力電圧の関係は、概ね特性曲線A1で示すような関係がある。図示のように、不純物がある一定の濃度に達すると、燃料電池スタック10の出力電圧が極端に減少することがわかる。

## 【0037】

図5の特性を考慮に入れて、再度、図4について説明を行う。

## 【0038】

図4 (a) に示したように不純物62が一箇所に蓄積されてしまうと、その箇所の出力電圧が極度に低下してしまうことがわかる。よって、燃料電池スタック10全体の出力性能も大きく低下してしまう場合がある。そこで、一般的には適度に水素バージを行って、燃料電池スタック10全体の出力性能の低下を防止している。

## 【0039】

一方、図4 (b) に示したように不純物63を拡散すると、単位体積あたりの不純物濃度は低い。そのため、燃料電池スタック10全体の出力性能が著しく低下してしまうような状態には達しにくい。これにより、アノード極14内の不純物63を排出するために、ガスの排出（本実施形態の場合、バルブ24を開いて行う）を行う回数を減らすことが

できる。即ち、水素のバージ量を減らすことができる。また、アノード極14の面内の発電分布をより均一化することができるので、燃料電池スタック10の耐久性も向上させることができる。

#### 【0040】

なお、上記した燃料電池システム100では、バルブ23とバルブ24の間の流路の容積が小さくなるように構成されることが好ましい。即ち、バルブ23とバルブ24の流路間の距離が短くなるように構成することができるので、これは、水素のバージ時に、排出される水素の量が同一である場合で比較したとき、上記の流路容積が少ない方が不純物をより多く排出できるからである。言い換えれば、バルブ23とバルブ24との間の流路は、水素バージ時にバルブ24を開として不純物を排出する際、不純物溜まりとなる部分であるので、この流路容積を小さくすることにより、不純物を確実に排出することが可能となる。

#### 【0041】

また、バルブ22とバルブ23の各々の通過可能最大流量は、燃料電池スタック10が要求する最大流量の半分以上であるか、又はこれらの合計値が要求する最大流量以上であることが好ましい。このように各バルブを構成することにより、要求に見合った発電量が確保される。

#### 【0042】

なお、上記の実施形態では、燃料電池システムにおいて、バルブ22とバルブ23に入力する制御信号S11とS12のデューティ比を変えて流量制御を行っている。これに加えて、制御信号S11とS12に位相差を付与することによって、バルブ22とバルブ23を通過してアノード極14へ流入する水素の流れに脈動を生じさせることができる。図6は、ECU40がバルブ22とバルブ23へ供給する制御信号S11とS12の具体例である。なお、図6においては説明の便宜上、バルブ22と23のデューティ比が等しい場合について示している。図6において、上図にバルブ22への制御信号S11を示し、下図にバルブ23への制御信号S12を示す。図示のように、制御信号S11と制御信号S12の間には、位相差pが付与されている。このような流量制御によって、アノード極14内に水素の流れの脈動を生じさせることができる。これによって、アノード極14内の不純物の拡散、フラッディング及びドライアウトの防止を、更に効果的に実現することができる。

#### 【0043】

なお、前述のように、バルブ22、23が開度量の調節が可能な装置である場合は、ECU40は、バルブ22、23の開度量を調節することによって、アノード極14内で不純物が拡散されるように流量制御を行ってもよい。

#### 【0044】

##### 【流量制御処理】

次に、本実施形態に係る流量制御処理について説明する。なお、流量制御処理は、ECU40が主体となって行う。また、流量制御処理は、燃料電池スタック10の使用中に所定の周期で繰り返し実行される。

#### 【0045】

図7は、本実施形態に係る流量制御処理を示すフローチャートである。

#### 【0046】

まず、ステップS11では、ECU40は、アノード極14に供給すべき水素の流量を算出する。ECU40は、燃料電池スタック10の現在の発電量などに基づいて、供給すべき水素の流量を算出する。即ち、ECU40は、アノード極14に供給すべき燃料ガスの流量を算出する流量算出手段として機能する。以上の処理が終了すると、処理はステップS12に進む。

#### 【0047】

ステップS12では、ECU40は、バルブ22とバルブ23を通過すべき水素の流量のタイムチャートを示す運転マップを呼び出す。ECU20内のメモリなどには、予め数

種類の運転マップが記憶されている。ECU20は、ステップS11にて算出された供給すべき水素の量に基づいて、これらの中から最適な運転マップを呼び出す。

#### 【0048】

図8に、運転マップの具体例を示す。曲線C1はバルブ22を通過すべき水素の流量を示し、曲線C2はバルブ23を通過すべき水素の流量を示すものとする。この運転マップは、当該フローを再度実行したときにアノード極14に供給すべき水素の量が同じである場合は、前回用いた波形を繰り返して用いることができる。即ち、バルブ22とバルブ23を通過する水素の流量は周期的に変化することになる。なお、任意の時刻Tにおける、バルブ22を通過すべき水素の流量 $q_1$ とバルブ23を通過すべき水素の流量 $q_2$ とを加算した流量は、ステップS11にて算出されたアノード極14に供給すべき水素の流量に一致する。

#### 【0049】

図7に戻って、流量制御処理について説明する。以上のようなステップS12の処理が終了すると、処理はステップS13に進む。ステップS13では、ECU40は、現状におけるバルブ22とバルブ23の状態を読み込む。例えば、ECU40は、現状のバルブ22とバルブ23の開閉状態を読み込む。即ち、バルブ22とバルブ23が開であるのか、又は閉であるのかを取得する。以上の処理が終了すると、処理はステップS14に進む。

#### 【0050】

ステップS14では、ECU40は、ステップS13にて取得した現状のバルブ22とバルブ23の状態に基づいて、ステップS12にて呼び出した運転マップ上の運転開始位置を決定する。そして、処理はステップS15に進む。

#### 【0051】

ステップS15では、ECU40は、ステップS12にて呼び出した運転マップに示される流量に従って、ステップS14で決定された運転開始位置からバルブ22とバルブ23の制御を実行する。

#### 【0052】

以上のように、ECU40が、予め用意された運転マップに従ってバルブ22とバルブ23を通過すべき水素の流量を制御することにより、アノード極14内の不純物を効果的に拡散させることができる。これにより、水素バージ量を削減することができるため、燃料電池スタック10の利用効率が向上する。

#### 【0053】

##### 【変形例】

以下では、前述した燃料電池システム100の構成に関する変形例について示す。

#### 【0054】

図9は、本発明の変形例に係る燃料電池システム102の構成概略を示すブロック図である。燃料電池システム102は、基本的な構成は燃料電池システム100と同様である。また、アノード極14に2箇所の供給口から水素を供給する点でも同様であるが、アノード極14に水素を供給する水素供給系におけるバルブの配置や構成要素などが異なる。よって、以下では主に、燃料電池システム102の水素供給系について説明する。燃料電池システム102の水素供給系は、バルブ72、73、74、75、76と、ポンプ77、78と、流路80、81、82、83、84と、から構成される。バルブ71は調圧弁であり、バルブ72、73、74は二方弁であり、バルブ75、77は逆止弁である。バルブ72は流路80上に設けられ、バルブ73は流路81上に設けられ、バルブ74は流路84上に設けられる。流路80と流路81は、流路82、83にてバイパスされている。流路82には逆止弁75とポンプ78が設けられ、流路83にはポンプ77と逆止弁76が設けられている。

#### 【0055】

図1に示した燃料電池システム100においては、流量調整機能を有するバルブ22及び23によりアノード極14へ供給される水素流量を調整している。これに対し、図9の

例では、バルブ 7 2 及び 7 3 は流量調整機能を有しない開閉弁である。バルブ 7 2 、ポンプ 7 8 及び逆止弁 7 5 の組み合わせにより水素供給口 3 1 からアノード極 1 4 への水素流量が制御され、バルブ 7 3 、ポンプ 7 7 及び逆止弁 7 6 の組み合わせにより水素供給口 3 3 からアノード極 1 4 への水素流量が制御される。即ち、ポンプ 7 7 及び 7 8 の出力を制御することにより水素の流量が制御される。なお、上記のバルブとポンプは、図示しない ECU によって制御される。

#### 【0056】

図 10 は、本発明の他の変形例に係る燃料電池システム 103 の構成概略を示すブロック図である。この変形例でも、アノード極 1 4 に水素を供給する水素供給系におけるバルブの配置や構成要素などが、前述した燃料電池システム 100 とは異なる。よって、以下では主に、燃料電池システム 103 の水素供給系について説明する。燃料電池システム 103 の水素供給系は、バルブ 8 6 、 8 7 、 8 8 、 8 9 と、ポンプ 9 0 と、流路 9 1 、 9 2 、 9 3 、 9 4 と、から構成される。バルブ 8 6 は調圧弁であり、バルブ 8 7 は二方弁であり、バルブ 8 8 、 8 9 は三方弁である。バルブ 8 6 、 8 8 は流路 9 1 に設けられ、バルブ 8 7 、 8 9 は流路 9 2 に設けられている。流路 9 1 と流路 9 2 は、バルブ 8 8 とバルブ 8 9 を介して流路 9 3 にてバイパスされ、更にポンプが設けられた流路 9 4 にてバイパスされている。

#### 【0057】

図 1 に示した燃料電池システム 100 においては、流量調整機能を有するバルブ 2 2 及び 2 3 によりアノード極 1 4 へ供給される水素流量を調整している。これに対し、図 9 の例では、三方弁であるバルブ 8 8 、 8 9 及びポンプ 9 0 により、図中の矢印のようにアノード極 1 4 への水素流量が制御される。即ち、ポンプ 9 0 の出力及びバルブ 8 8 及び 8 9 の開閉方向を制御することにより水素の流量が制御される。なお、上記のバルブとポンプは、図示しない ECU によって制御される。

#### 【0058】

以上のように、変形例に係る燃料電池システム 102 及び燃料電池システム 103 によっても、アノード極 1 4 内に 2箇所から水素を供給し、この供給する水素の流量を制御することでアノード極 1 4 内の不純物を拡散させることができる。したがって、水素ページ量の削減が可能となり、燃料の利用効率向上に繋がる。また、燃料電池スタック 10 内のフラッディング及びドライアウトを防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0059】

【図 1】本発明の実施形態に係る燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 2】バルブを制御した時の、流路内の水素の流れを示す図である。

【図 3】バルブを制御した時の、アノード極内の水素の流れを示す図である。

【図 4】アノード極内の不純物の状態などについて示した図である。

【図 5】アノード極内の不純物濃度と燃料電池スタックの出力電圧の関係を示す図である。

【図 6】バルブを制御する制御信号の一例について示す図である。

【図 7】本発明の実施形態に係る流量制御処理を示すフローチャートである。

【図 8】流量制御処理に用いる運転マップの一例を示す図である。

【図 9】本発明の変形例に係る燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 10】本発明の他の変形例に係る燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

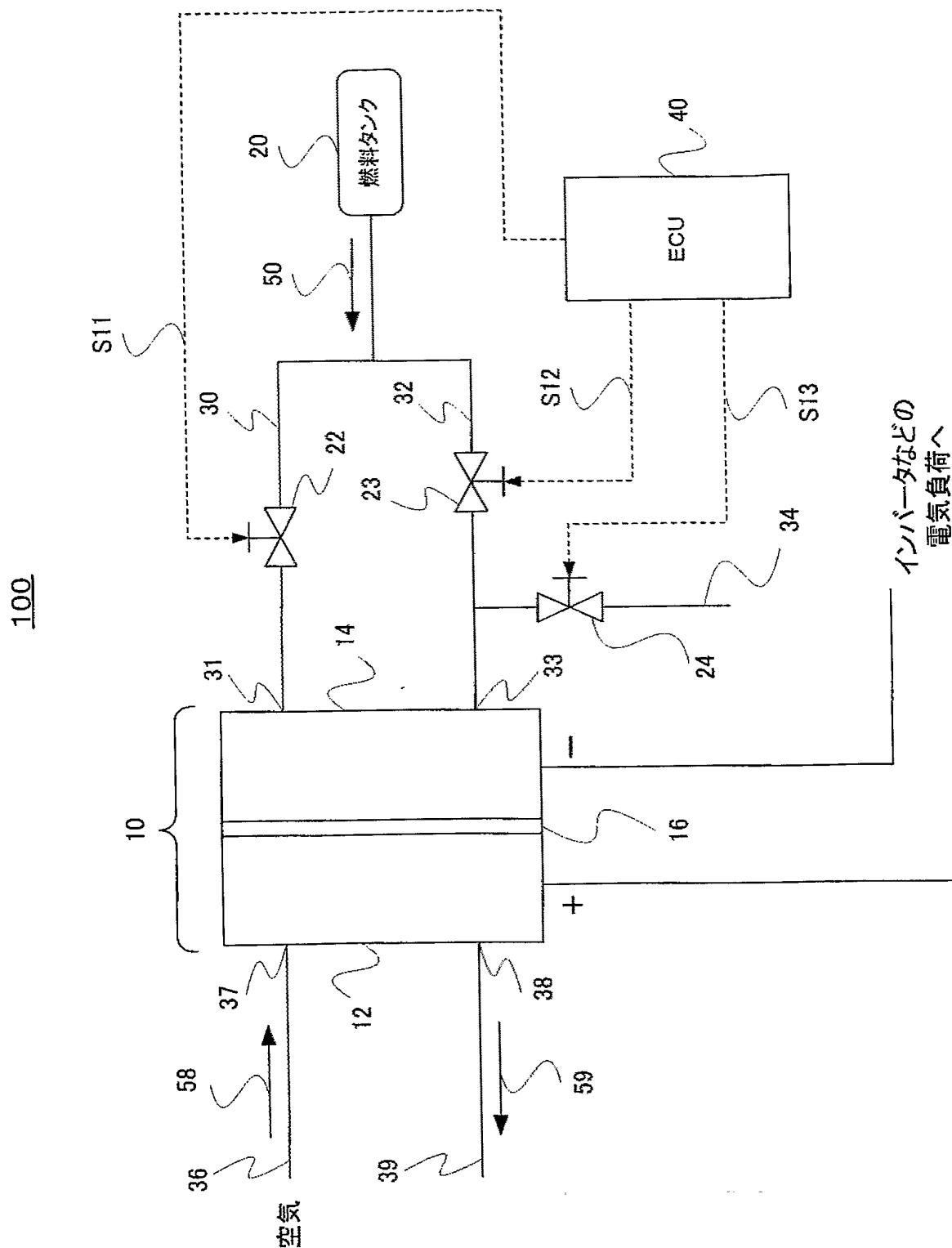
##### 【0060】

10 燃料電池スタック

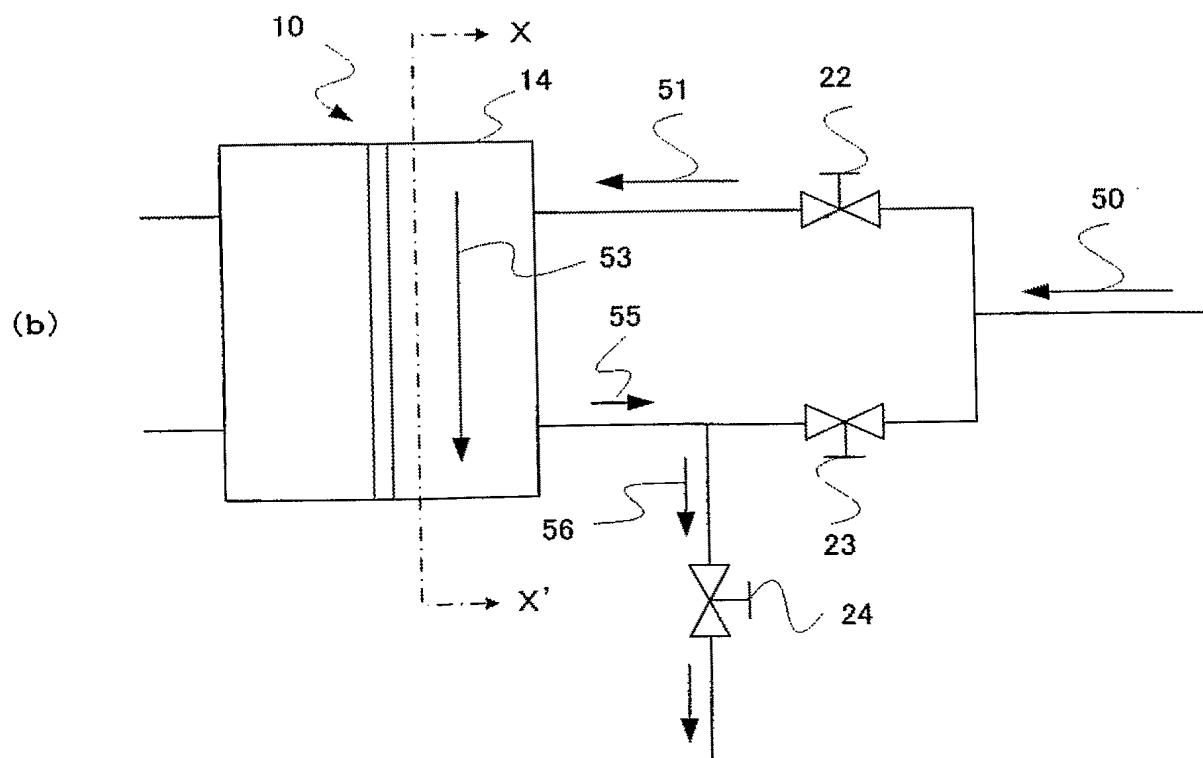
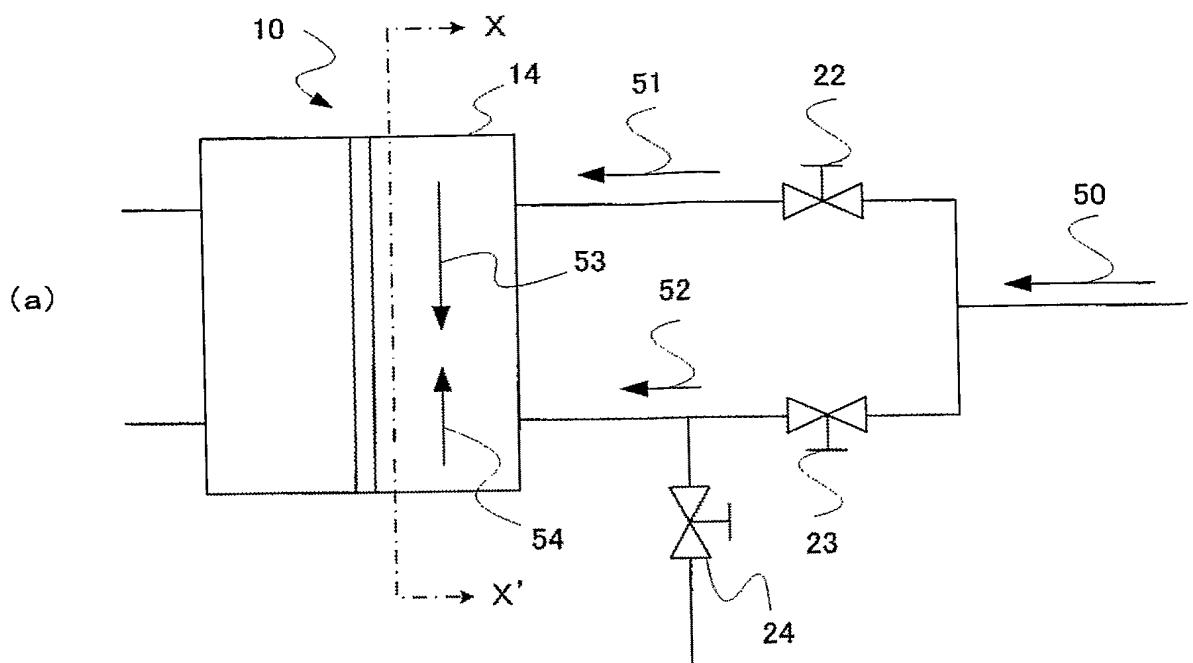
12 カソード極

14 アノード極  
20 燃料タンク  
22、23、24 バルブ  
30、32 水素供給路  
31、33 水素供給口  
34 水素排気路  
40 ECU (Engine Control Unit)  
100、102、103 燃料電池システム

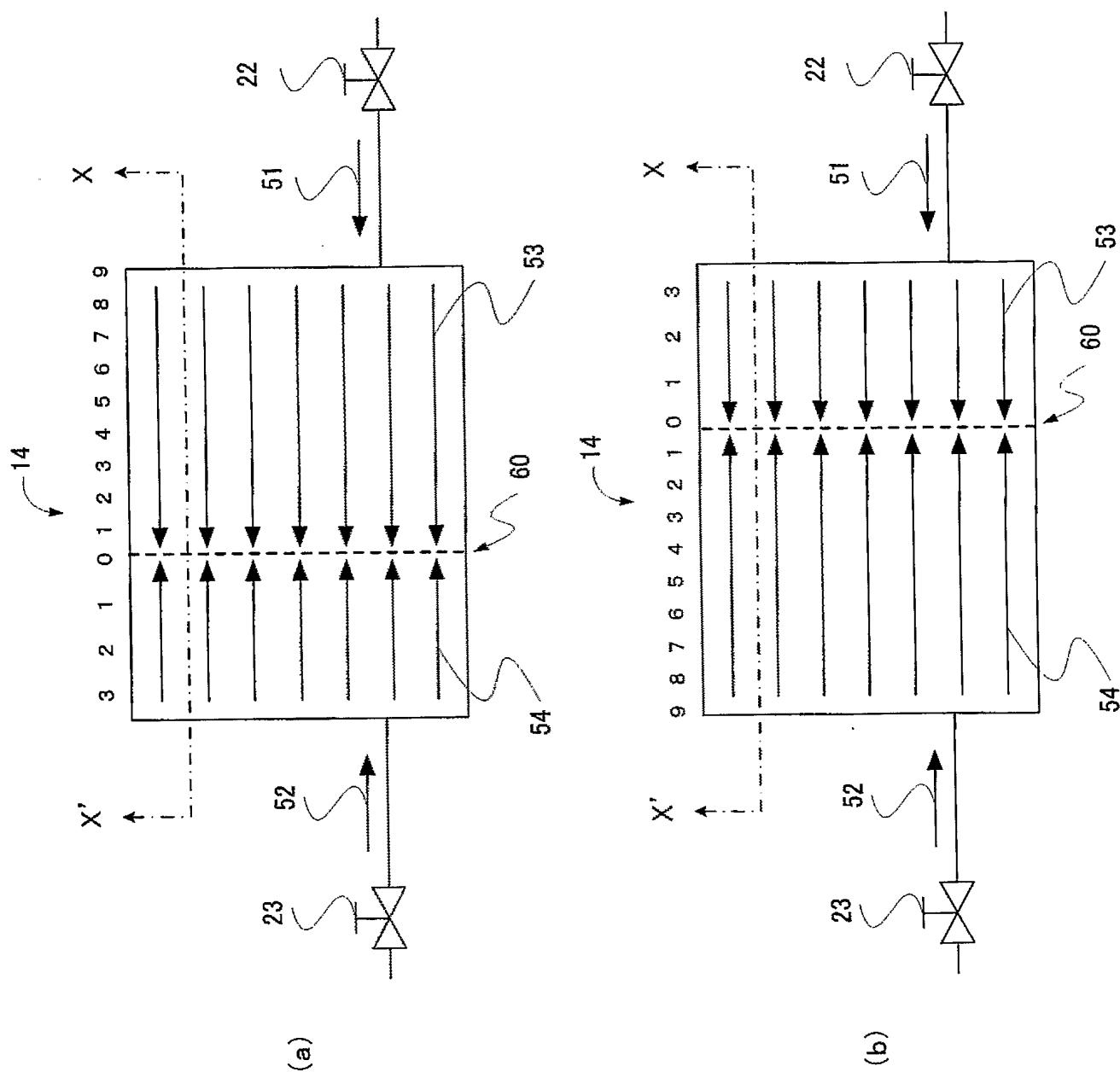
【書類名】 図面  
【図1】



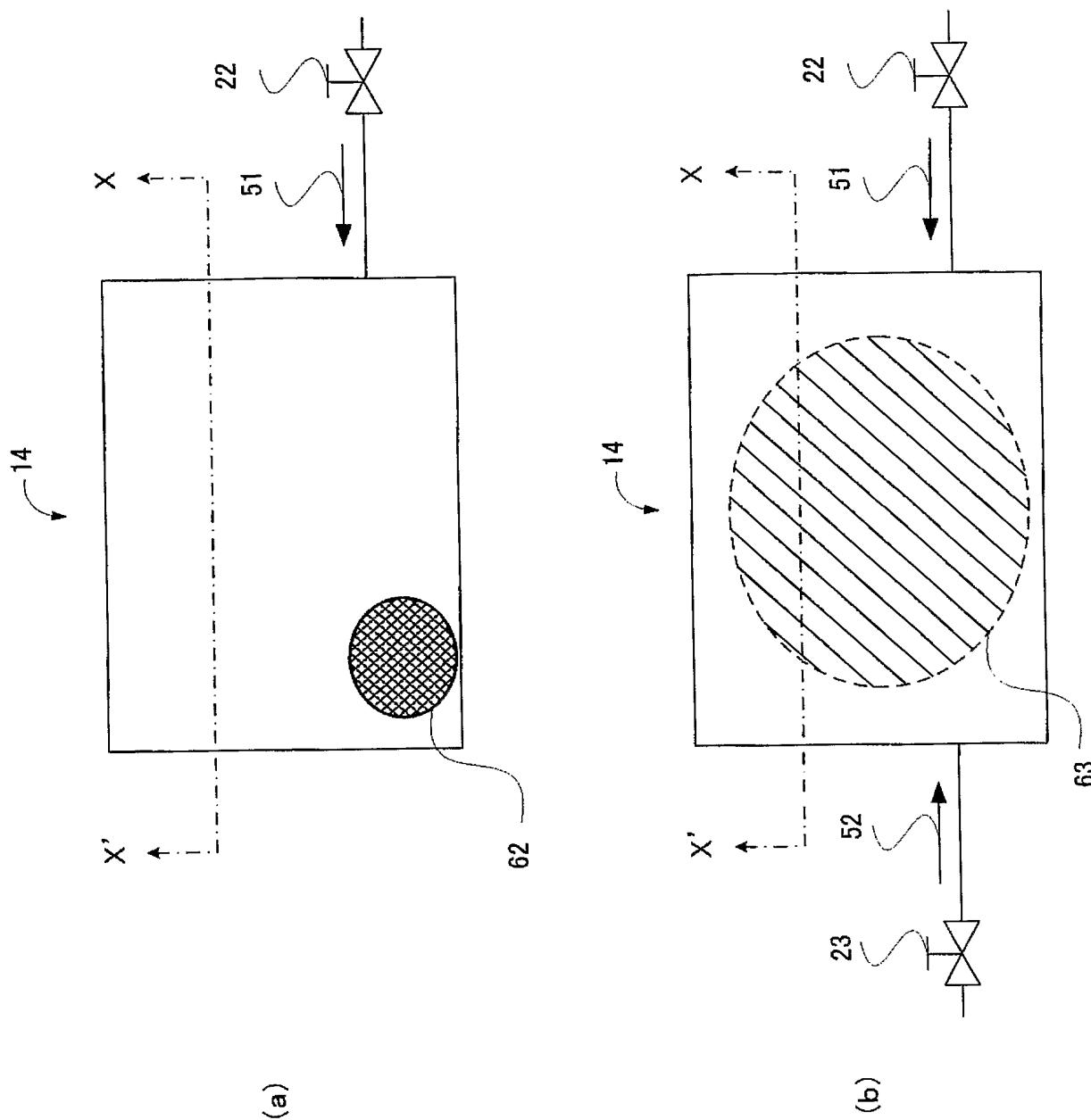
【図2】



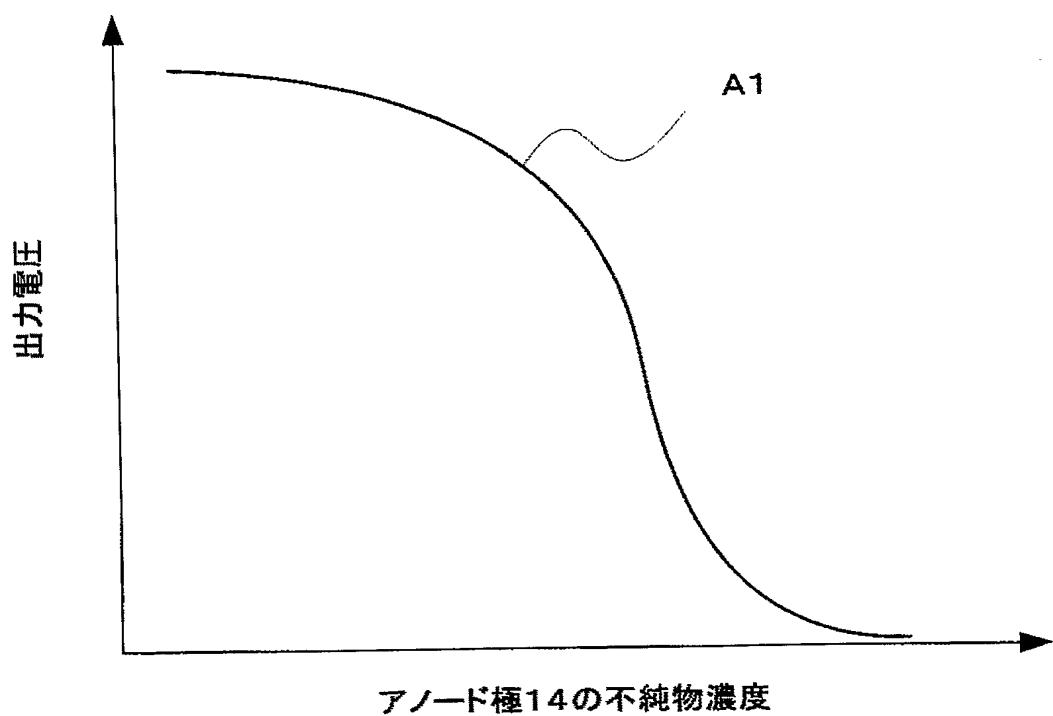
【図 3】



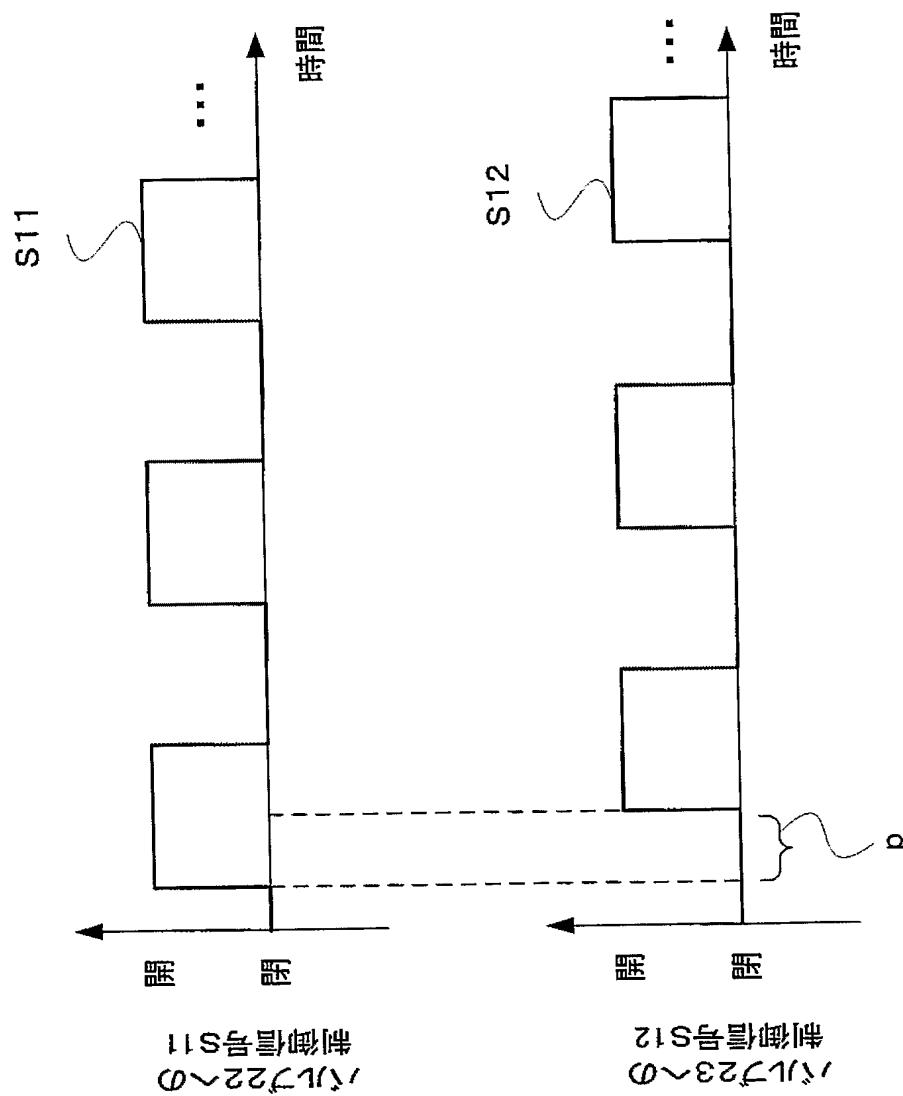
【図4】



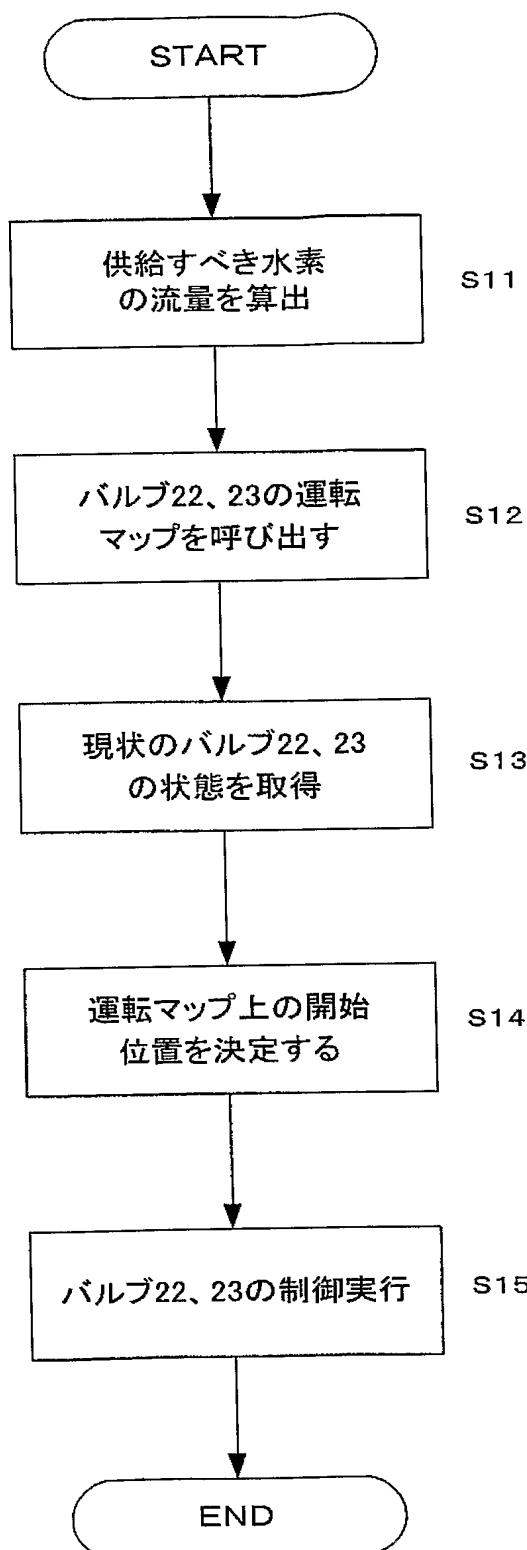
【図5】



【図6】

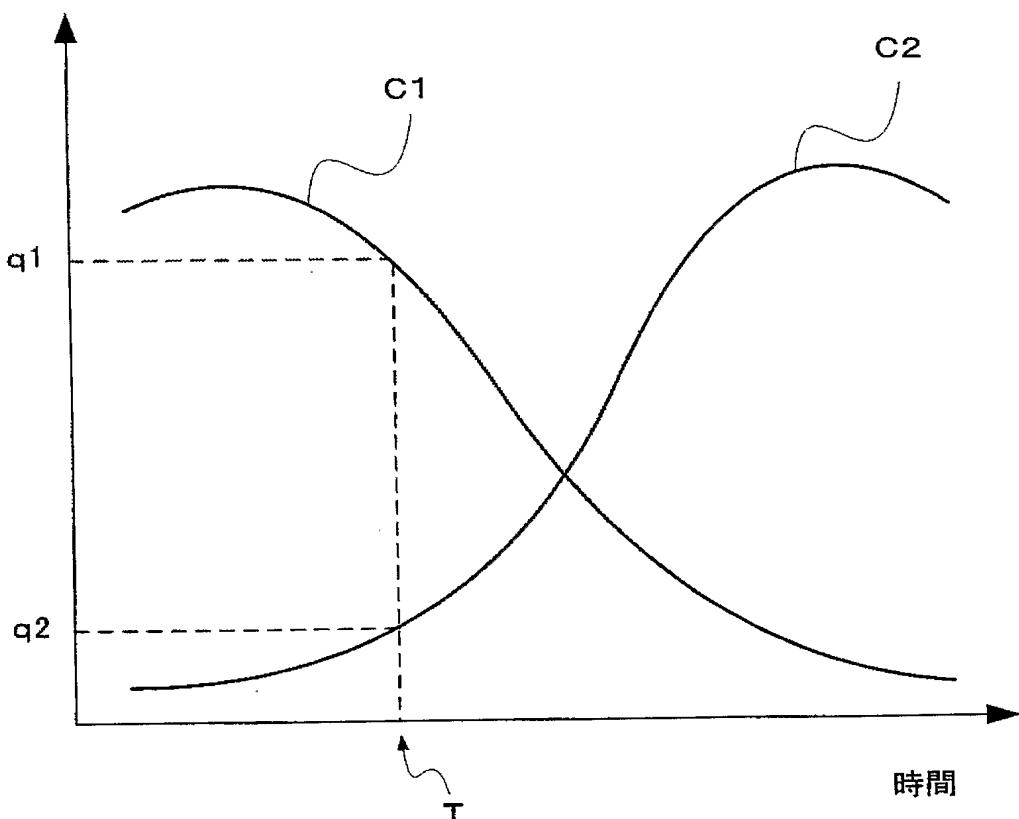


【図7】

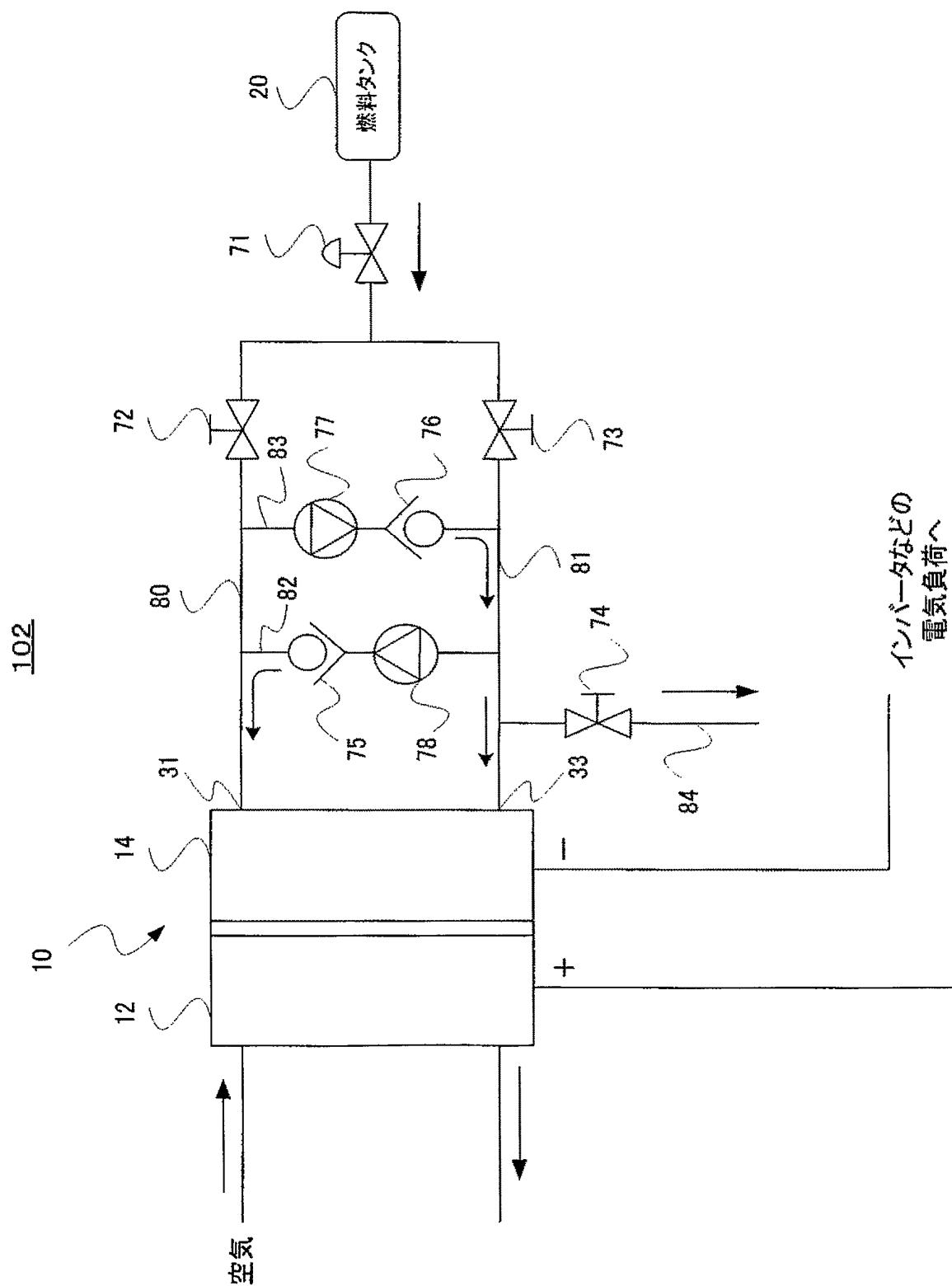


【図8】

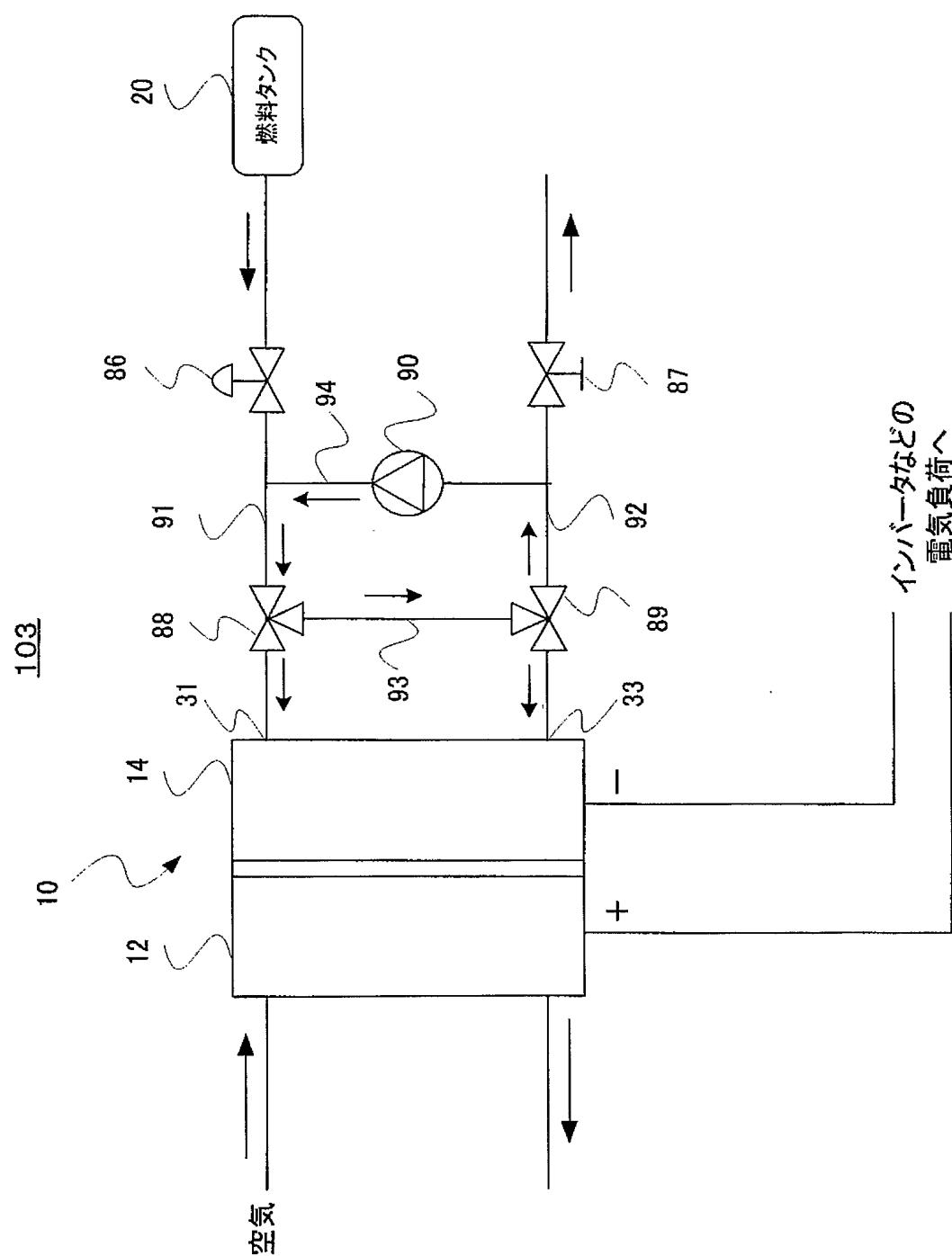
バルブ23及びバルブ24を通過する水素の流量



【図9】



【圖 10】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 燃料電池スタック内において不純物が一箇所に蓄積するのを防止して、燃料の利用効率向上が可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池システムは、燃料電池自動車などに搭載される。燃料電池スタックはアノード極とカソード極から構成され、アノード極に供給する燃料ガス（水素）とカソード極に供給する空気にて電力を生成する。燃料電池システムは、アノード極に水素を供給する2つの供給路を備える。また、2つの供給路を通過する水素の流量を制御するバルブが、それぞれの供給路に設けてある。更に、アノード極から排気を排出する排気路が供給路上に設けてあり、この排気路上にもバルブが設けてある。上記の燃料電池システムでは、排気路に設けたバルブが閉であるときに、供給路に設けたバルブを制御して2つの供給路を通過する水素の流量比が時間的に変化するようとする。これにより、アノード極内の水素の最下流位置を変化させることができる。よって、燃料電池スタック内の窒素などの不純物を拡散させることができる。これにより、不純物の排出のための水素パージ量を減らすことができ、燃料の利用効率向上を図ることができる。

【選択図】 図1

特願 2004-033257

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社